

## Molding fiber composite components avoiding air inclusions and rejects

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE19813105  
 Veröffentlichungsdatum : 1999-09-30  
 Erfinder : FILSINGER JUERGEN (DE); DRECHSLER KLAUS (DE);  
 STRACHAUER FRANK (DE)  
 Anmelder :: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
 Veröffentlichungsnummer : ☐ DE19813105  
 Aktenzeichen:  
 (EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19981013105 19980325  
 Prioritätsaktenzeichen:  
 (EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19981013105 19980325  
 Klassifikationssymbol (IPC) : B29C70/46 ; B29C70/54 ; B29C51/12 ; C08J5/24 ; B29C33/10  
 Klassifikationssymbol (EC) :  
 Korrespondierende Patentschriften

### Bibliographische Daten

A porous membrane (32) is fixed in front of the vent holes (30) on the mold cavity side. Its pores are sized to release air freely, whilst the matrix material (21) is retained within. Preferred features: Membrane thickness is 10-60  $\mu$ m. Its attachment permits ease of removal when required. The vent holes taper outwardly from the cavity, support being provided to prevent bulging of the membrane into the holes. This takes the form of open-pored foam or honeycomb. The mold dies (13, 14) are clamped together then mixed fibers (20) and matrix (21) are injected. Alternatively the fibers are introduced first, followed by injection of the matrix, after which the dies are pressed together. In a further variant, mixture is introduced just before completion of closure. In a final variant, a fibrous blank is inserted with matrix material, into a die.

Daten aus der esp@cenet Datenbank - - 12



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift DE 198 13 105 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 29 C 70/46**  
B 29 C 70/54  
B 29 C 51/12  
C 08 J 5/24  
B 29 C 33/10

②1 Aktenzeichen: 198 13 105.4  
②2 Anmeldetag: 25. 3. 98  
④3 Offenlegungstag: 30. 9. 99

DE 198 13 105 A 1

⑦1 Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Drechsler, Klaus, Dr., 83620  
Feldkirchen-Westerham, DE; Strachauer, Frank,  
82319 Starnberg, DE; Filsinger, Jürgen, 85653  
Aying, DE

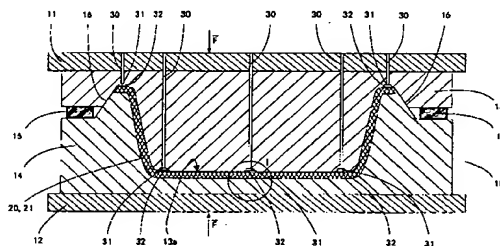
⑤5 Entgegenhaltungen:  
DE 39 15 693 C1  
DE-PS 8 25 454  
DE-OS 17 79 300  
DE-OS 15 04 759  
GB 11 54 965  
JP 59-232832 in Patent abstracts of Japan M-379  
May 15, 1985 Vol.9/No.111;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Herstellung von Faserverbundbauteilen

⑤7 Die Erfindung umfaßt ein Verfahren zur Herstellung von Faserverbundbauteilen, bei dem Fasern und das Matrixmaterial in einem mindestens zwei Teile umfassenden, einen Formhohlraum bildenden Werkzeug geformt werden und Öffnungen vom Formhohlraum nach außen geführt werden, über die die im Formhohlraum befindliche Luft entweichen kann, wobei formhohlraumseitig vor den Öffnungen eine poröse Membran angebracht wird, deren Poren derart dimensioniert sind, daß man die Luft ungehindert entweichen läßt, das Matrixmaterial aber im Formhohlraum zurückgehalten wird.



DE 198 13 105 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Faserverbundbauteilen, bei dem die Fasern und das Matrixmaterial in einem mindestens zwei Teile umfassenden, einen Formhohlraum bildenden Werkzeug geformt werden und Öffnungen vom Formhohlraum nach außen geführt werden über die die im Formhohlraum befindliche Luft entweichen kann.

Faserverbundbauteile haben sowohl hinsichtlich ihrer produzierten Mengen als auch ihrer vielfältigen Einsatzgebiete in den letzten Jahren außerordentlich stark an Interesse gewonnen. Ausschlaggebend dafür sind zweifelsohne die große Vielfalt der Verarbeitungsmöglichkeiten. So stehen mehrere Verfahren, wie z. B. verschiedene Preß- und Spritztechniken zur Verfügung, um Faserverbundbauteile in Einzel- oder Serienfertigung vielseitig und mit komplizierter Formgebung zu fertigen. Auch innerhalb dieser verschiedenen Verfahren sind beim Einbringen der Fasern und des Matrixmaterials mehrere Variationen möglich.

Aus der DE 196 30 840 ist ein Verfahren zur Herstellung von Verbundkörpern aus einem Matrixmaterial und einem Faserkörper bekannt, bei dem zur vollständigen Füllung und Umschließung des Faserkörpers das Matrixmaterial mehrfach alternierend durch den in einem Formkörper befindlichen Faserkörper gepumpt wird. Dieses Verfahren liefert zwar Verbundkörper sehr guter Qualität ohne Luft einschüsse und mit vollständiger Umschließung der Fasern, ist aber wegen der extrem langen Verfahrensdauer nicht für einen Einsatz in der Serienproduktion für Faserverbundbauteile geeignet. Außerdem muß aufgrund der Zu- und Ableitungen mit einem Überschuß an Matrixmaterial gearbeitet werden.

Ein Verfahren zur Herstellung von Faserverbundbauteilen ist aus Otto Schwarz: "Glasfaserverstärkte Kunststoffe", Vogel Verlag, Würzburg (1975) bekannt. Zweiteilige Werkzeuge bilden hier einen Formhohlraum, in dem die Fasern und das Matrixmaterial zu ihrer endgültigen Form gebracht werden. Zur Verhinderung von Luft einschüssen im Faserverbundbauteil befinden sich an bestimmten Stellen in bestimmten Abständen Bohrungen im Werkzeug, durch die die eingeschlossene und vor der Front des fließenden Matrixmaterials durch die Fasern transportierte Luft entweichen kann. Nachteilig wirkt sich bei diesem Verfahren aus, daß sich bei jedem Formvorgang Matrixmaterial in den Bohrungen sammelt, welches beim Entnahmevergange des gefertigten Faserverbundbauteils erhärtet und somit vor dem nächsten Formvorgang mühsam aus der Bohrung entfernt werden muß, damit die Bohrung wieder zur Entlüftung des Formhohlraums beitragen kann. Durch dieses Entfernen der Reste, erhöht sich die Leerlaufzeit zwischen den einzelnen Formvorgängen, wodurch die Produktivität gesenkt wird. Außerdem geht durch die Bohrungen auch Matrixmaterial verloren, welches dann nicht mehr für die Füllung der Fasern zur Verfügung steht, so daß ein Überschuß an Matrixmaterial einkalkuliert werden muß.

Es stellt sich demnach die Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung von Faserverbundbauteilen anzugeben, das es erlaubt, Faserverbundbauteile ohne Luft einschüsse und mit vollständiger Umschließung der Fasern in der Serienfertigung mit einer hohen Taktrate herzustellen, so daß die Leerlaufzeiten zwischen den Formvorgängen auf ein geringes Maß reduziert werden. Desweiteren soll ein Überschuß an Matrixmaterial unterbunden werden.

Zur Lösung der Aufgabe ist ein Verfahren der eingangs beschriebenen Art erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß formhohlraumseitig vor den Öffnungen eine poröse Membran angebracht wird, deren Poren derart dimensioniert sind, daß man die Luft ungehindert entweichen läßt, das Matrixmaterial aber im Formhohlraum zurückgehalten wird.

niert sind, daß man die Luft ungehindert entweichen läßt, das Matrixmaterial aber im Formhohlraum zurückgehalten wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, Faserverbundbauteile ohne Luft einschüsse in Serie zu fertigen, wobei die Leerlaufzeiten zwischen den einzelnen Formvorgängen minimiert werden, was gegenüber den herkömmlichen Verfahren zu einer Erhöhung des Ausstoßes führt. Außerdem wird die Riehtzeit zwischen den einzelnen Vorgängen verkürzt, da keine Öffnungen mehr gereinigt werden müssen. Durch die Abgeschlossenheit des Formhohlraums dem Matrixmaterial gegenüber entfällt der Überschuß an Matrixmaterial, wodurch die Herstellkosten weiter gesenkt werden können.

Die mehrteiligen, den Formhohlraum bildenden Werkzeuge, können aus Kunststoff oder aus Metall hergestellt werden, je nach Temperaturbelastung bei den Formvorgängen und Stückzahl der produzierten Faserverbundbauteile einer Serie. Metallwerkzeuge weisen bei hohen Temperaturen und hohen Stückzahlen Vorteile gegenüber den Kunststoffwerkzeugen auf. Dabei können die Werkzeuge aus mehreren Schichten bestehen, so daß nur die dem zu fertigenden Faserverbundbauteil zugewandte Schicht eine glatte und harte Oberfläche aufweist, während die Hinterfütterung weicher und rauer sein kann. Für manche Anwendungen ist es von Vorteil, wenn die mehrteiligen Werkzeuge Führungsbolzen und Quetsch- bzw. Schneidkanten aufweisen. Mit ersteren können die verschiedenen Teile des Werkzeuges präzise zusammengeführt werden, während letztere einen Abschluß des Formhohlraums nach außen bilden.

Als poröse Membranen kommen bevorzugt dünne Polyurethan-Folien (PU-Folien), dünne Teflon-Folien (PTFE-Folien) oder dünne Polyether-Blockamid-Folien in Betracht, die sich sehr gut der Kontur des herzustellenden Faserverbundbauteils und des Werkzeuges anpassen und somit einen optimalen Herstellungsprozeß gewährleisten.

Vorteilhaft werden PU-, PTFE- oder Polyether-Blockamid-Folien mit einer Dicke im Bereich zwischen 10 µm und 60 µm verwendet. Bei derartigen Folien bedingen bestimmte Prozesse während der Herstellung die Erzeugung von Poren der beim Einsatz dieser Materialien gewünschten Porengröße, so daß kein zusätzlicher Arbeitsschritt notwendig ist, um die Folien mit den Poren zu versehen, was zu einer Minimierung des Aufwandes führt.

Bei Untersuchungen hat sich herausgestellt, daß die Größe der Poren in der porösen Membran von der Viskosität des Matrixmaterials und dem Material der porösen Membran, d. h. vom Benetzungsverhalten dieser beiden Materialien, abhängt. So zeigt sich, daß es sich bei einer Viskosität des Matrixmaterials von 50 mPa s vorteilhaft gestaltet, wenn die Poren in der Membran einen Durchmesser zwischen 1 µm und 5 µm, insbesondere 3 µm aufweisen. Es sind auch Poren denkbar, bei denen durch die Gestaltungen bzw. Geometrie ein Zurückhalten des Matrixmaterials und ein Entweichen der Luft bewerkstelligt wird.

Da sich die porösen Membranen mit zunehmenden Gebrauch abnutzen bzw. zusetzen können, werden in einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens die porösen Membranen derart angebracht, daß sie bei Bedarf leicht ausgewechselt werden können. Dies kann z. B. dadurch geschehen, daß sie von der Formfläche des Werkzeugs um die Membrandicke abgesenkt in eine Vertiefung eingelassen sind und Mittel angebracht werden, die ein Verrutschen verhindern. Bei letzterem handelt es sich vorteilhaft um eine umlaufende Klebstoffschicht oder in die Vertiefung eingearbeitete Haltespitzen, die sich mit der Folie verkrallen. Durch die Einbringung in eine Vertiefung wird beim Formvorgang die Oberfläche des herzustellenden Faserverbundbauteils

nicht beeinträchtigt.

Bevorzugt werden die Öffnungen, durch die die Luft aus dem Formhohlraum geführt wird, zumindest im formhohlraumseitigen Bereich nach außen hin verjüngend angebracht. Dies erleichtert den Abtransport der vor der Front des Matrixmaterials antransportierten Luftblasen, da zu Beginn größere Querschnitte der Öffnungen zur Verfügung stehen und Kapillarkwirkungen dadurch verringert werden können. Bei kreisförmigen Öffnungen wird diese Verjüngung durch Anphasen der formhohlraumseitigen Bereiche der Öffnungen bewerkstelligt.

Da beim Formvorgang hohe Drücke auf die Wände der Werkzeuge und somit auch auf die mit porösen Membranen überdeckten Öffnungen wirken, ist es zur Stabilisierung von Vorteil, zumindest den formhohlraumseitigen Bereich der Öffnungen zu unterstützen. Bevorzugt geschieht dies dadurch, daß der angesprochene Bereich der Öffnungen mit einem offenporigen Schaum (Saugvlies) oder einem Material mit offener Wabenstruktur aufgefüllt wird. Diese Füllung verhindert beim Formvorgang ein Ausstülpen der porösen Membran in die Öffnung ohne das Entweichen der Luft aus dem Formhohlraum durch die porösen Membranen zu beeinflussen. Auf diese Weise werden Beeinträchtigungen der Oberfläche des herzustellenden Faserverbundbauteils, wie sie bei großen Öffnungen entstehen können, unterbunden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann grundsätzlich bei jedem Formvorgang benutzt werden, bei dem ein mindestens zwei Teile umfassendes Werkzeug einen Formhohlraum bildet, durch den die Fasern und das Matrixmaterial in die gewünschte Form gebracht werden, und bei dem Öffnungen angebracht sind, durch die die im Formhohlraum verbliebene Luft entweichen kann. Die Temperatur der Werkzeuge und der Materialien spielt dabei keine Rolle.

Es können Umstände vorliegen, die es notwendig machen, die Fasern und das Matrixmaterial zusammen als Gemisch in den durch verspannte Werkzeugteile gebildeten Formhohlraum oder das Matrixmaterial allein in flüssiger Form in den mit Fasern ausgelegten Formhohlraum über einen Kanal einzuspritzen. Der Einspritzpunkt in den Formhohlraum kann dabei beliebig gewählt werden, da eingeschlossene Luft über die poröse Membran und die Öffnungen entweichen kann.

Bevorzugt werden die Fasern und das Matrixmaterial aber in den formhohlraumbegrenzenden Bereich des ersten Werkzeugteils gegeben, wonach die weiteren Werkzeugteile dann auf das erste gepreßt werden und den Formhohlraum vollständig abgrenzen. In diesem werden die Fasern und das Matrixmaterial anschließend zum Faserverbundbauteil geformt. Die eingeschlossene Luft, die sich vor der fließenden Front des Matrixmaterials befindet, entweicht durch die porösen Membranen und die Öffnungen, während das Matrixmaterial zurückgehalten wird. Bei diesem bevorzugten Verfahren können die Fasern und das Matrixmaterial als Gemisch oder als mit Matrixmaterial belegtem Faserhalbzeug eingebracht werden. Das Matrixmaterial kann auch hier an beliebiger Stelle in den Formhohlraum eingebracht werden, da es sich im flüssigen Zustand homogen verteilt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in zwei Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel näher beschrieben, aus denen sich weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorzüge ergeben.

Es zeigt

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Vorrichtung zur Herstellung eines Faserverbundbauteils mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 2 den vergrößerten Ausschnitt 1 aus Fig. 1, mit Darstellung einer formhohlraumseitigen Öffnung samt poröser Membran.

In Fig. 1 ist eine Vorrichtung zum Naßpreßen von Faserverbundbauteilen dargestellt, bei dem eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens angewandt wird. Das zweiteilige Preßwerkzeug 10 besteht aus einem an einer oberen Aufspannplatte 11 befestigten oberen Werkzeugteil 13 und einem an einer unteren Aufspannplatte 12 befestigten unteren Werkzeugteil 14, welche mit einer Kraft F zusammengepreßt werden. Die Distanzstücke 15 definieren dabei einen durch das obere Werkzeugteil 13 und das untere Werkzeugteil 14 gebildeten Formhohlraum. Dieser wird nach außen durch die Quetschkante 16 abgeschlossen.

Vor dem Formvorgang wird die Formfläche 14a des unteren Werkzeugteils 14 mit einem aus einem Kohlefaser-Multiaxialgelege vorgeformten Faserhalbzeug 20 ausgelegt. Auf dieses wird das flüssige Matrixmaterial 21 gegossen. Dies geschieht hier mitten in das untere Werkzeugteil, kann aber auch an jeder anderen Stelle im Werkzeugteil geschehen. Daran anschließend werden das obere Werkzeugteil 13 und das untere Werkzeugteil 14 mit der Kraft F zusammengepreßt, bis die Endstellung, die durch die Distanzstücke 15 gegeben ist, erreicht ist, bei diesem Preßvorgang wird das flüssige Matrixmaterial 21 in das Faserhalbzeug 20 gepreßt, wodurch beides die endgültige Form des Faserverbundbauteils annimmt.

Die im Faserhalbzeug 20 eingeschlossene Luft wird beim Preßvorgang vor der fortschreitenden Front des Matrixmaterials 21 hergeschoben.

Zum Entweichen der Luft wurden Öffnungen 30 in bestimmten Abständen durch das obere Werkzeugteil 13 gebohrt. Unter bestimmten Umständen kann es auch von Vorteil sein, wenn die anderen Werkzeugteile weitere Öffnungen enthalten. Durch die poröse Membran 32 zwischen Formhohlraum und Öffnungen 30 läßt man die Luft nun entweichen, hindert aber das Matrixmaterial 21 daran, in die Öffnungen 30 einzudringen.

In Fig. 2 ist der formhohlraumseitige Bereich der Öffnungen in vergrößerter Form dargestellt. Damit die poröse Membran 32 beim Formvorgang keinen Einfluß auf die Oberfläche des herzustellenden Faserverbundeils hat, wurde sie in diesem Ausführungsbeispiel in einer Vertiefung im oberen Werkzeug 13 untergebracht. Bei sehr dünnen porösen Membranen 32 und weniger sensitiven Faserverbundbauteiloberflächen kann die poröse Membran 32 auch ohne Vertiefung direkt auf die Formfläche 13a des oberen Werkzeugteils 13 aufgebracht werden. Zur Fixierung der porösen Membranen 32 werden diese über Klebstreifen 33 am oberen Werkzeugteil 13 angeklebt.

Zur besseren Entlüftung des Formhohlraums wurden die Öffnungen 30 im formhohlraumseitigen Bereich mit einem Konus versehen und zur Stabilisierung mit einem luftdurchlässigen Saugvlies 31 ausgekleidet. Die poröse Membran 32 samt Klebstreifen 33 und Saugvlies 31 können auch im Verbund, als sog. Pad eingebracht werden, so daß ein Wechsel dieser Teile bei Bedarf vereinfacht durchgeführt werden kann, da nur ein einziges Bauteil ausgewechselt werden muß.

Die porösen Membranen 32 erlauben zwar eine Entlüftung des Formhohlraums, unterbinden aber ein Entweichen des Matrixmaterials 21 in die Öffnungen 30, so daß sämtliches Matrixmaterial 21 zur Füllung des Faserhalbzeugs 20 zur Verfügung steht und die Öffnungen 30 nicht verkleben. Durch das Verhindern von Verklebungen der Öffnung 30 brauchen diese nach dem Formvorgang nicht von erhärtetem Matrixmaterial befreit zu werden, wodurch die Taktzeiten erheblich verkürzt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Faserverbundbauteilen, bei dem die Fasern (20) und das Matrixmaterial (21) in einem mindestens zwei Teile umfassenden, einen Formhohlraum bildenden Werkzeug (10) geformt werden und Öffnungen (30) vom Formhohlraum nach außen geführt werden, über die die im Formhohlraum befindliche Luft entweichen kann, **dadurch gekennzeichnet**, daß formhohlraumseitig vor den Öffnungen (30) eine poröse Membran (32) angebracht wird, deren Poren derart dimensioniert sind, daß man die Luft ungehindert entweichen läßt, das Matrixmaterial (21) aber im Formhohlraum zurückgehalten wird. 5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Polyurethan (PU)-Folie oder eine Teflon (PTFE)-Folie oder eine Polyether-Blockamid-Folie als poröse Membran (32) eingesetzt wird. 10
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Folie zwischen 10 µm und 60 µm liegt. 15
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die porösen Membranen (32) derart angebracht werden, daß sie bei Bedarf leicht entfernt werden können. 20
5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen (30) zumindest im formhohlseitigen Bereich nach außen hin sich verjüngend angebracht sind. 25
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der formhohlraumseitige Bereich der Öffnungen (30) mit einer das Einwölben der Folie in die Öffnung verhindernden Unterstüztung ausgekleidet wird. 30
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der formhohlraumseitige Bereich der Öffnungen (30) mit einem offenporigen Schaummaterial (31) oder einem mit einer offenen Wabenstruktur ausgestatteten Material aufgefüllt wird. 35
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugteile (13, 14) verspannt werden und ein Gemisch aus Fasern (20) und Matrixmaterial (21) eingespritzt wird oder die Fasern (20) vor dem Verspannen der Werkzeugteile (13, 14) in den Formhohlraum gegeben werden und das Matrixmaterial (21) eingespritzt wird. 40
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorausgehenden Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugteile (13, 14) mit Druck aufeinander gepreßt werden und vor dem Schließen ein Gemisch aus Fasern (20) und Matrixmaterial (21) zwischen die Werkzeugteile gegeben wird oder die Fasern (20) als Halbzeug und das Matrixmaterial (21) in ein Werkzeugteil (14) eingebracht werden. 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 2

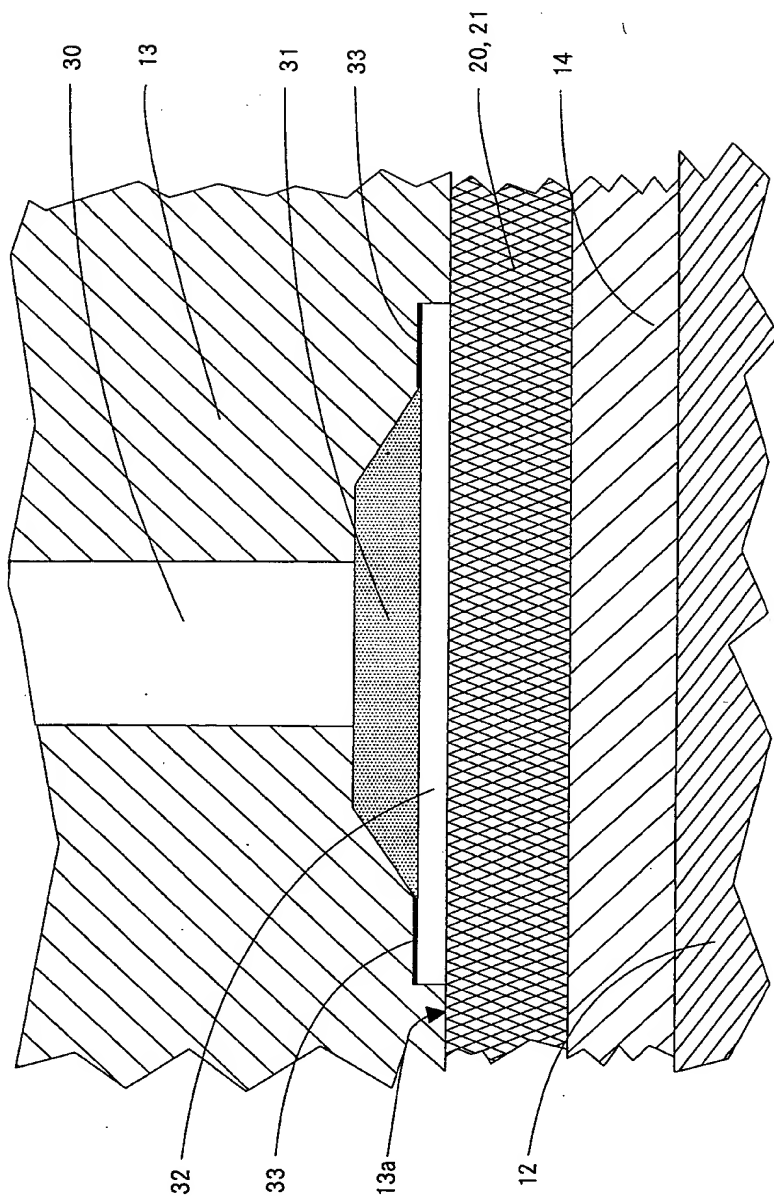


Fig. 1

